

(513) 低温加工-急速再結晶処理によるFe-36%Mn非磁性鋼の結晶粒微細化

大阪大学工学部 ○山口正治, 馬越佑吉, 山根寿己

1. 緒言

発電機や変圧器に加え, 核融合実験装置, 磁気浮上超高速列車あるいは音響映像機器等の非磁性構造用材料を必要とする分野が拡大するにつれ, 安定した非磁性を有する高Mn鋼が注目されている。もちろん, これらの分野で広く用いられるためには, 非磁性であると同時に高強度, 耐食性等々の性能が求められるが, ここでは強度に注目し, 低温加工とその後の急速再結晶処理を用いて結晶粒の微細化を計り, 高強度の高Mn鋼を得る試みについて報告する。

2. 実験方法

実験にはアトミロンおよび電解マンガンを水素気流中で溶解して得たFe-36%Mn合金(Mn:36.13, C:0.009, Si:0.01, P:0.001, S:0.008, N:0.0027 [wt%])を用いた。合金塊は鍛造, 熱間・冷間圧延を経て約3.0mm厚の板とし, 750°C-30分の焼鈍の後, 常温および-196°Cにて圧延し最終厚約1.3mmの板材とした。この板材より硬度測定用試片を切り出し, 100°C~850°Cの温度範囲にて保持時間20分の等時焼鈍を行なって, 適正再結晶温度を求めた。このようにして求めた再結晶温度で引張試験片を焼鈍後, 結晶粒度観察および引張試験を行なった。なお, -196°C圧延材は圧延後も-196°Cに保持し, 熱処理は-196°Cから直ちに所定の温度に制御された炉中に挿入して昇温することによって行なった。

3. 実験結果

常温および-196°Cにて圧延した試料の硬度(Hv, 荷重500g)と焼鈍時間の関係を求めた結果, -196°C圧延材の硬度は圧延状態で410と常温圧延材のそれより約110高く, 焼鈍温度の上昇と共に緩やかに減少して750°Cでほぼ完全に再結晶する。再結晶が完了する温度は圧延温度にほとんど依存せず, 常温圧延材の場合も約750°Cであった。再結晶後の結晶粒はphoto. 1示すように, -196°C圧延によって得た試験片のものが常温圧延によって得た試験片のそれより圧倒的に微細である。前者には1μm以下の粒が多数認められる。-196°Cで圧延することによって加工中の動的回復が抑制され, 材料中に転位等の格子欠陥の形で有効に蓄積されたエネルギーが焼鈍によって一気に開放され, 多数の再結晶核が均一に発生したことを物語っている。同時に高Mn鋼のように積層欠陥エネルギーの低い材料には焼鈍双晶が発生し易いため, この焼鈍双晶が結晶粒微細化に非常に有効に働いている。このように-196°C圧延材の結晶粒が微細であるため, その降伏応力, 抗張力および伸び共に常温圧延材より格段に優れている(Table. 1)。

この低温加工とその後の急速再結晶処理によって結晶粒を微細化する方法は, 低温で強度が急激に上昇し, 時に激しく脆化する体心立方金属およびその合金には不向きであるが, 面心立方あるいはそれに類似する構造を持つ金属・合金には広く適用可能である。特に鉄鋼のα-γ変態のような適当な変態がなく, 変態を利用した結晶粒微細化法を適用できない材料でかつ積層欠陥エネルギーの低い材料に有効である。

A 10μm B

Table.1 Mechanical properties of Fe-36%Mn alloy

specimen	σ_y	σ_u	ϵ (uniform)
A	16.5 Kg/mm ²	35.8 Kg/mm ²	20-30 %
B	32.2 "	52.4 "	25-35 "

A: rolled at RT and annealed at 750°C for 20 min.

B: rolled at -196°C and annealed at 750°C for 20 min.

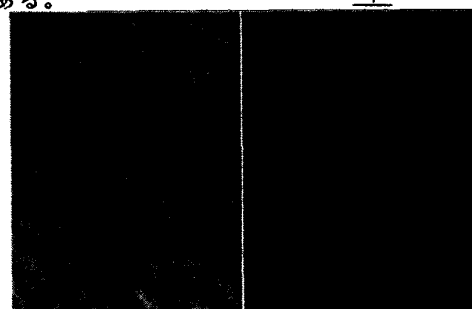


Photo.1 Micrographs of specimens A and B in table 1.